Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 1, Spring 2019, p. 97-110

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۱۱۰-۹۷

بررسی الگوی رشد و افزایش وزن در جوجه‌های بومی اصفهان

سمیرا عباسزاده[۱]- نصراله پیرانی[۲]*- بهنام احمدی پور[۳]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۰۹

چکیده

در سال‌های اخیر به‌طور عمده مرغان بومی موردتحقیق و توجه بیشتری بوده‌اند؛ زیرا نقش مهمی در تأمین پروتئین حیوانی برای مصرف‌کنندگان در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه ایفا کرده‌اند و منابع ژنتیکی پایه برای برنامه‌های اصلاح نژادی محسوب می‌شوند. بنابراین شناخت دقیق آن‌ها می‌تواند مبنای دقیق‌تری برای بهبود برنامه‌های اصلاح نژادی در آینده و استفاده بهینه از منابع موجود در جهت افزایش تولید آن‌ها گردد. ازاین‌رو این مطالعه باهدف بررسی الگوی رشد و افزایش وزن جوجه‌های بومی اصفهان انجام گرفت. بدین منظور از اطلاعات رشد ۲۳۰ قطعه جوجه بومی از ۱ روزگی تا پایان هفته ۱۲ استفاده شد. جوجه‌ها بعد از توزین در روز اول، شماره‌گذاری و تا پایان دوره به‌صورت انفرادی و هفتگی وزن شدند. در پایان هفته‌های ۳، ۶، ۹ و ۱۲ با استفاده از کولیس دیجیتال طول و قطر ران، طول و عرض سینه و طول و قطر ساق پا اندازه‌گیری شدند. در پایان هفته ۱۲ کشتار جوجه‌ها انجام و جنسیت جوجه‌ها تعیین شد. همچنین وزن لاشه، وزن سینه، وزن ران‌ها و چربی محوطه بطنی اندازه‌گیری و موردبررسی قرار گرفت. جهت برازش داده‌های رشد از سه تابع رشد ریچارد، گمپرتز و لجستیک استفاده شد که به‌طورکلی برای هر دو جنس نر و ماده، تابع رشد ریچارد با $r^2_{adj}=$ ۰/۹۶ برازش بهتری بر داده‌های رشد ارائه داد. نتایج نشان داد که در ۲ تا ۱۲ هفتگی وزن زنده جوجه‌های نر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود. وزن لاشه و چربی و درصد ران در جوجه‌های نر و درصد سینه و بال در جوجه‌های ماده مقادیر بیشتر و تفاوت معنی‌داری را نشان داد و دو جنس ازنظر درصد لاشه تفاوتی باهم نداشتند. طول و قطر ران در نرها در هفته‌های ۶، ۹ و ۱۲ بیشتر از ماده‌ها و تفاوت معنی‌داری را نشان داد. طول و عرض سینه در نرها در هفته‌های ۶ و ۹ بیشتر از ماده‌ها بود و تفاوت معنی‌داری را نشان داد. طول و قطر ساق در همه هفته‌ها در جنس نر به‌طور معنی‌دار بیشتر از جنس ماده بود.

واژه‌های کلیدی: الگوی رشد، جوجه‌های بومی، خصوصیات لاشه، وزن بدن.

مقدمه

پرورش ماکیان در ایران و انتشار آن از طریق این کشور تاریخچه‌ای کهن دارد. ایران (پرشیا) یک امپراطوری بزرگ از قرن ۵ قبل از میلاد تا تقریباً قرن ۷ میلادی بود و از هند (دهلی) تا دریاهای سیاه و مدیترانه گسترده بود. در آن زمان و بعدازآن، در قرون‌وسطی ایران در محل تقاطع راه‌ها برای حمل‌ونقل محصولات، از قبیل ماکیان از شرق به غرب، هم از طریق خشکی و هم از طریق دریا قرار داشت. جنگ‌های زیادی در حوالی ایران و کشورهای همسایه در طی این دوره‌ها نیز توسعه و گسترش جمعیت‌های ماکیان را تسهیل کرد. حفاری‌های باستان‌شناسی حضور ماکیان را در ایران در زمان‌های باستان تأیید کرده است. بر اساس تحقیقات West and Zhou استخوان‌های یافت شده در ایران در سه منطقه وجود داشته‌اند: دو کشف در تپه یحیی (Tepe Yahya) (جنوب شرقی ایران) به ترتیب متعلق به ۳۸۰۰ تا ۳۹۰۰ قبل از میلاد و ۱۰۰۰ قبل از میلاد و دیگری در تخت سلیمان (شمال غربی ایران) متعلق به ۱۰۰۰ قبل از میلاد (۲۶). از طرفی امروزه صنعت پرورش مرغ در ایران دومین صنعت بزرگ بعد از نفت به‌حساب می‌آید و طبعاً نگرانی‌های خاص خود را دارد (۴۳). استراتژی‌های حفاظت از جمعیت مرغ باید بر اساس خصوصیات ژنتیکی نژادهای محلی صورت گیرد که این مسئله نیازمند حفظ تنوع ژنتیکی به‌منظور سازگار شدن با شرایط محیطی و نیازهای پیش‌بینی‌نشده در طول دوره پرورش و همچنین وجود یک منبع باارزش ژنتیکی برای تحقیقات بیشتر است (۳۷). مرغان بومی به‌عنوان سرمایه‌های ملی و ذخایر استراتژیک کشور محسوب می‌شوند و حفظ و تکثیر آن‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار است. تغییرات

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری تغذیه طیور، دانشیار و استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: napirany@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ijasr.v11i1.67920

اصلاح نژادی به همراه گذر از پرورش سنتی به صنعتی علاوه بر اینکه باعث وارد آمدن تنش به جوجه‌های گوشتی شده است، آن‌ها را در مقایسه با جوجه‌های بومی بسیار حساس‌تر کرده است که باعث بروز برخی مسائل و مشکلات در پرورش جوجه‌های گوشتی شده است. بیماری‌ها و تلفات در صنعت پرورش طیور اثرات منفی بر بازده تولید دارند که در جوجه‌های بومی کمتر از جوجه‌های گوشتی دیده می‌شود. در اوایل سال ۱۹۹۰ محققان و پرورش‌دهندگان حیوانات اهلی بابت احتمال از دست رفتن یا کاهش نژادهای بومی ابراز نگرانی کردند و به این منظور برنامه‌هایی توسط فائو برای حفاظت ژنتیکی از منابع طیور راه‌اندازی شد (۱۱).

رشد، صفت بسیار مهمی در صنعت طیور می‌باشد و به‌عنوان یک شاخص در سیستم زیستی عبارت است از افزایش توده بدن حیوان در واحد زمان (۴۵). واژه رشد با افزایش تعداد و اندازه سلول‌های بدن توصیف می‌شود، اما متأسفانه نمی‌توان به‌طور مداوم روندهای رشد را اندازه‌گیری نمود (۴۰، ۴۵). از گذشته توابع ریاضی تحت عنوان توابع رشد جهت توصیف ارتباط بین وزن بدن و سن در طیور مورداستفاده قرارگرفته‌اند (۲). پیش‌بینی نرخ رشد در مراحل مختلف پرورش این مزیت را دارد که امکان شناخت مواد مغذی موردنیاز میسر شده و ارائه اقتصادی‌ترین برنامه مدیریت تغذیه ممکن خواهد شد. ازجمله راه‌های پیش‌بینی نرخ رشد استفاده از مدل‌های رشد می‌باشد. معادلات رشد بسیاری برای توصیف و برازش ارتباط سیگموئیدی و غیرخطی بین رشد و زمان ارائه‌شده است (۲۳). از انواع این مدل‌ها می‌توان به مدل‌های غیرخطی رگرسیونی (گمپرتز، ریچارد، لجستیک، ون برتالانفی، ویبول و برودی)، اسپلاین و شبکه‌های عصبی اشاره کرد (۲۲). مدل‌های مورداستفاده جهت پیش‌بینی رشد در طیور به‌طورکلی از نوع توابع رگرسیون غیرخطی مانند گمپرتز، لجستیک و ریچارد می‌باشند (۳۰) که بر اساس توانایی هر یک در پیش‌بینی رشد و همچنین تعداد شاخص‌های مدل به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند (۳۶):

الف) توابعی که حرکت سیگموئیدی آرام داشته، نقطه عطف آن‌ها ثابت و به‌صورت درصدی از وزن نهایی بیان می‌شود (گمپرتز و لجستیک).

ب) توابعی که دارای حرکت سیگموئیدی پیوسته بوده، نقطه عطف آن‌ها متغیر (تابع ریچارد) و می‌تواند در هرجایی از شروع تا پایان منحنی رشد رخ دهد.

مطالعات صورت گرفته در گونه‌های مختلف طیور نشان داده است که انتخاب تابع رشد وابسته به گونه، سویه و حتی لاین می‌باشد (۵). با توجه به همبستگی موجود بین پارامترهای منحنی رشد و صفات مرتبط با رشد می‌توان از توابع رشد برای پیش‌بینی میزان رشد و برآورد تغییرات شکل منحنی رشد استفاده کرد (۱۹). از منحنی‌های رشد می‌توان جهت ارزیابی پتانسیل ژنتیکی نیز استفاده نمود (۳، ۷).

از اولین مطالعات در مورد کاربرد مدل‌های رشد برای برآورد منحنی رشد در سویه‌های تجاری مرغان گوشتی پرورش‌یافته در کشور می‌توان به مطالعه نیکخواه و همکاران (۳۱) اشاره کرد. آن‌ها با استفاده از مدل‌های کلاسیک (ریچارد و گمپرتز) و هایپربولستیک توانستند نکویی برازش آن‌ها را برای وزن بدن مقایسه کنند. آن‌ها نتیجه گرفتند که مدل هایپربولیک مبتنی بر وی بول در درجه اول و سپس مدل‌های کلاسیک وی بول، گمپرتز، ریچارد و سایر مدل‌های هایپربولستیک در درجات بعدی قرار می‌گیرند. در مطالعه دیگری (۲۳) که جهت مقایسهٔ مدل ریاضی گمپرتز و شبکهٔ عصبی مصنوعی جهت تخمین فراسنجه‌های رشد جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده عصاره کنگر فرنگی از طریق آب آشامیدنی انجام شد، محققین درنهایت نتیجه گرفته‌اند که مدل غیرخطی گمپرتز برآورد دقیق‌تری از وزن جوجه‌های گوشتی در پایان دوره پرورش داشته است. درصورتی‌که شبکه عصبی مصنوعی با لحاظ نمودن سایر شاخص‌های نکویی برازش توانسته بود برآورد بهتری از وزن جوجه‌های تحت آزمایش در پایان دوره پرورش ارائه دهد.

مسعودی و همکاران (۲۲) در مطالعه‌ای از مدل‌های غیرخطی (گمپرتز، لجستیک و ریچارد) در کنار شبکه عصبی مصنوعی و مدل‌های با تابعیت اسپلاین برای برآورد فراسنجه‌های رشد و پیش‌بینی وزن نهایی جوجه‌های گوشتی تجاری تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی پوسته برنج استفاده کردند. بر اساس نتایج حاصله تابعیت اسپلاین برای پیش‌بینی وزن جوجه‌های گوشتی مصرف‌کننده پوسته برنج در سن ۴۲ روزگی کارایی بیشتری نسبت به مدل‌های غیرخطی و شبکه عصبی مصنوعی داشته است.

اگرچه مطالعات مولکولی متعددی روی طیور بومی کشور در ایران انجام‌شده است (۲۴، ۲۵، ۴۲، ۴۷)، اما گزارش‌های اندکی در ارتباط با بررسی مدل‌های رشد و افزایش وزن جوجه‌های بومی که بخصوص در ارتفاع بالا پرورش‌یافته‌اند وجود دارد. لذا هدف اصلی این تحقیق بررسی الگوی رشد و افزایش وزن در جوجه‌های بومی اصفهان با استفاده از مدل‌های آماری و ریاضی شناخته‌شده (گمپرتز، لجستیک و ریچارد) بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از ۲۳۰ قطعه جوجه بومی نر و ماده یک‌روزه استفاده شد که در بهار سال ۱۳۹۵ از مرکز اصلاح نژاد مرغ بومی اصفهان تهیه شدند. جوجه‌ها بعد از توزین و شماره‌گذاری، بر روی بستر سالن یک واحد پرورشی جوجه بومی، واقع در استان چهارمحال و بختیاری در ارتفاع ۲۰۶۶ متری از سطح دریا انتقال داده شدند.

جدول ۱- ترکیب جیره غذایی مورداستفاده

Table 1- Composition of the experimental diets

ترکیبات (درصد) **Ingredients, %**	**جیره آغازین در سن (۱-٦) هفتگی** **Starter (1-6) wks[1]**	**جیره رشد در سن (٦-۱۲) هفتگی** **Growth diet (6-12) wks**
ذرت Ground yellow maize	54.8	61
سویا Soyabean meal	39.4	33.5
روغن سویا Soyabean oil	2	2.2
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.6	1
پودر صدف Oyster shell	1.15	1.35
نمک Sodium chloride	0.4	0.4
دی ال متیونین DL-methionine	0.15	0.05
مکمل معدنی ویتامینی[۱] Premix[1]	0.5	0.5
ترکیب شیمیایی Calculated		
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/Kg) AME, Kcal.kg	2900	3000
پروتئین خام (درصد) Crude protein, %	20.8	18.75
متیونین (درصد) Methionine, %	0.47	0.37
متیونین + سیستین (درصد) Methionine+Cystin, %	0.85	0.7
کلسیم (درصد) Ca, %	0.9	0.87
فسفر قابل دسترس (درصد) P total, %	0.44	0.35

[۱]مکمل معدنی-ویتامینی در هر کیلوگرم خوراک شامل: منگنز (اکسید منگنز)، ۹۵ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۵۰ میلی‌گرم؛ روی (اکسید روی)، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ مس (سولفات مس)، ۱۰ میلی‌گرم؛ ید (یدات کلسیم)، ۱ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سدیم سلنیت)، ۰/۲ میلی‌گرم. ویتامین A، ۱۱۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3 ، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۱ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۴ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۵ میلی‌گرم؛ اسیدفولیک، ۰/۵ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم؛ اسید پنتوتنیک، ۸ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم؛ بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم.

[1] Wks=weeks of age; [2]The premix supplied the following; mg . kg^{-1} diet: Mn-95, Fe-50, Zn-100, Cu-10, I-1, Se-0.2, retinol-1100(IU), cholecalciferol-2500(IU), dl-α-tocopherylacetate-11(IU), menadion sodium bisulphate-2.2, cyanocobalamin-0.01, ribofelavin-4, niacin-35, folic acid-0.5, biotin-0.15, pyridoxine-2.5, pantothenate-8, choline-50, betaen-190.

خوراک به‌صورت جیره استاندارد بر اساس جدول ۱ تهیه و امکان دسترسی آزاد به آب و خوراک برای تمامی جوجه‌ها فراهم شد. تمامی شرایط آزمایش از قبیل دما (۳۰ درجه سانتی‌گراد در بدو ورود و کاهش تدریجی دما در طول دوره)، رطوبت (۶۵-۶۰ درصد)، نور و برنامه واکسیناسیون نیز به‌صورت یکسان اعمال گردید. اندازه‌گیری وزن در ۱ روزگی و در تمام طول دوره پرورش به‌صورت هفتگی انجام و خوراک مصرفی و تعداد تلفات نیز به‌صورت هفتگی ثبت شد. نحوه محاسبه افزایش وزن بدین‌صورت بود که وزن کل جوجه‌ها را توزین و از تفاضل این وزن از وزن ابتدای همان هفته (یعنی وزن پایان هفته قبل) متوسط اضافه‌وزن محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک به‌صورت هفتگی با استفاده از تقسیم میانگین خوراک مصرفی به میانگین افزایش وزن در همان هفته به دست آمد.

در پایان هفته‌های ۳، ۶، ۹ و ۱۲ با استفاده از کولیس دیجیتال طول و قطر ران، طول و عرض سینه و طول و قطر ساق پا برای برآورد روابط بین آن‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. برای اندازه‌گیری طول ساق پا از روش گلازنر و ژول (۱۴) و بلیت (۶) استفاده گردید که با

خم کردن انگشتان پا به جلو و از کف تا انتهای مفصل خرگوشی انجام گرفت. طول سینه از قسمت میانی منتهی الیه جلوی سینه تا نوک غضروف جناغ و طول ران فاصله بین مفصل تارسوس و مفصل لگن اندازه‌گیری شد (۲۸). عرض سینه نیز در عریض‌ترین قسمت، در حدود یک سانتی‌متری انتهای جلویی جناغ اندازه‌گیری شد. انتهای هفته ۱۲، پس از کشتار جنسیت هر یک از جوجه‌ها تعیین و پس از اندازه‌گیری وزن لاشه، لاشه قطعه‌بندی شده و وزن هر یک از قطعات لاشه ثبت شد.

به‌منظور ارزیابی فراسنجه‌های مربوط به رشد بدن در طی هفته‌های پرورش از سه مدل گمپرتز، ریچارد و لجستیک استفاده شد. مشخصات توابع مورداستفاده و پارامترهای آن‌ها در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- توابع مورداستفاده در برازش بر وزن بدن جوجه‌های بومی و نقاط عطف مربوطه

Table 2- Functions used to fit the body weight of native chicks and their inflection point

نام تابع (منبع) Function name (Reference)	تابع Function	t_i	y_i
گمپرتز Gompertz (۱۵)	$W(t) = aexp[-bexp(-ct)]$	$t_i = b/c$	$y_i = a/e$
لجستیک Logestic (۳۵)	$W(t) = \frac{a}{[1 + bexp(-ct)]}$	$t_i = ln(b)/c$	$y_i = {}^{a}/_{2}$
ریچارد Richard (۳۴)	$W(t) = \frac{a}{[1 + b\exp(-ct)]^{\frac{1}{d}}}$	$t_i = -ln\frac{d}{b}/c$	$y_i = a/(1+b)^{\frac{1}{b}}$

$W_{(t)}$ وزن بدن در سن t، a وزن مجانبی نهایی (گرم)، c نرخ رشد (نرخ بلوغ)، b ثابت انتگرال‌گیری، exp عدد نپری، d پارامتر شکل منحنی مرتبط با نقطه عطف در تابع ریچارد، t_i سن در نقطه عطف منحنی رشد و y_i وزن در نقطه عطف منحنی رشد.

$W_{(t)}$=Body weight at age t; a=Asymptotic body weight (g); c=Exponential growth rate; b=Integration constant; e=Eluer's number d=Function specific parameters; t_i=Age at inflection point; y_i=Body weight at inflection point.

به‌منظور مقایسه کارایی مدل‌های مورداستفاده و صحت برازش آن‌ها از معیارهای ضریب تبیین تصحیح‌شده (رابطه ۲)، ضریب (شاخص) آکائیک (رابطه ۳) و مجذور میانگین مربعات خطا (رابطه ۴ و به شرح زیر استفاده شد.

رابطه (۲) $$R^2_{adj} = 1 - [(n-1/n-p)(1-R^2_{model})]$$

که n تعداد مشاهدات؛ p تعداد پارامترها؛ و R^2_{model} ضریب تبیین مدل است. این ضریب نسبت SSR/SST که SSR مجموع مربعات رگرسیون و SST مجموع مربعات کل است می‌باشد (۳).

رابطه (۳) $$AIC = -2Ln + 2p$$

ضریب (شاخص) آکائیک بر پایه بیشینه درستنمایی برای انتخاب بهترین مدل آماری پیشنهادشده است (۴). به‌منظور تصحیح تعداد پارامتر مدل‌های مورد مقایسه عامل 2p در این معیار گنجانده‌شده است. به‌عبارت‌دیگر، این معیار تعادلی میان دقت مدل و پیچیدگی آن برقرار می‌کند که ln لگاریتم حداکثر درستنمایی و p تعداد پارامترهای مدل می‌باشد.

مجذور میانگین مربعات خطا ا رابطه زیر محاسبه شد.

رابطه (۴) $$RMSE = \frac{RSS}{\sqrt{n-p-1}}$$

که RSS مجموع مربعات باقیمانده، n تعداد مشاهدات و p تعداد پارامترهای مدل می‌باشد. در مورد این معیار مانند معیار آکائیک و مخالف با ضریب تبیین تصحیح شده، هر چه میزان مجذور میانگین مربعات خطا برای یک مدل کمتر باشد، نشان می‌دهد مدل برازش داده‌شده بهتر از سایر مدل‌ها می‌باشد (۳).

داده‌های رشد توسط رویه NLN نرم‌افزار SAS (۳۹) نسخه ۹/۱ آنالیز شدند. میانگین‌ها به دلیل نامساوی بودن تعداد مشاهدات در زیرگروه‌های مختلف با استفاده از گزینه حداقل مربعات (LSMEANS) رویه GLM نرم‌افزار فوق در سطح احتمال ۵ درصد ($P<۰/۰۵$)، دوبه‌دو مقایسه و نتایج به‌صورت جدول ارائه شدند.

نتایج و بحث

ضریب تبدیل خوراک

ضریب تبدیل خوراک مصرفی تابعی از خوراک مصرفی و اضافه‌وزن می‌باشد. مطابق جدول ۳، نتایج مربوط به ضریب تبدیل نشان داد که با افزایش سن پرنده مقدار ضریب تبدیل افزایش می‌یابد و مقدار آن از ۲/۵۲ در هفته اول به ۴/۷۵ در هفته پایانی دوره پرورش رسیده است. به‌طورکلی به ازای مصرف ۴۷۶۲/۱۵ گرم خوراک به

ازای هر پرنده ۱۲۱۹/۴۲ گرم اضافه‌وزن حاصل شد و ضریب تبدیل محاسبه‌شده در طول دوره پرورش برای هر پرنده برابر با ۳/۹۱ به دست آمد. این مقدار مشابه جوجه‌های بومی تونس با ضریب تبدیل ۳/۹۷ (در مقایسه با جوجه‌های آربور اکرس با ضریب تبدیل ۲/۱۹)، (۲۹) و کمتر از مقادیر محاسبه‌شده توسط دوو و همکاران (۹) برای نژاد گوشی چین با ضریب تبدیل ۴/۴۱ و همچنین فوستا و همکاران (۱۳)، برای نژادهای مختلف جوجه‌های بومی کامرون با دامنه ضریب تبدیل ۴/۳۴ تا ۵/۳۴ بود.

جدول ۳- میانگین خوراک مصرفی هفتگی، اضافه‌وزن هفتگی و ضریب تبدیل خوراک
Table 3- Average weekly feed intake, weight gain and feed conversion ratio

سن Age	میانگین خوراک مصرفی (گرم در هفته به ازای هر پرنده) Average feed intake (g/week) for each bird	میانگین افزایش وزن (گرم در هفته به ازای هر پرنده) Average weight gain (g/week) for each bird	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio
هفته ۱ Week 1	56.61	22.46	2.52
هفته ۲ Week 2	93.29	35.20	2.65
هفته ۳ Week 3	155.59	55.57	2.80
هفته ۴ Week 4	265.41	81.66	3.25
هفته ۵ Week 5	383.46	116.45	3.29
هفته ۶ Week6	497.04	144.07	3.45
هفته ۷ Week 7	409.20	110.59	3.70
هفته ۸ Week 8	588.86	143.62	4.10
هفته ۹ Week 9	499.84	117.61	4.25
هفته ۱۰ Week 10	688.02	156.37	4.40
هفته ۱۱ Week 11	667.92	140.61	4.75
هفته ۱۲ Week 12	456.88	95.18	4.80
کل دوره Total	4762.15	1219.42	3.91

تأثیر جنس بر وزن بدن

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود عامل جنس روی وزن بدن از هفته ۲ تا پایان دوره اثر معنی‌دار داشته است ($P<0.05$)، به‌طوری‌که نرها دارای وزن بالاتری نسبت به ماده‌ها بودند. تفاوت‌های مشاهده‌شده بین نرها و ماده‌ها باوجود اختلاف در جنس و هورمون‌های جنسی قابل توجیه است. گنزالس و سارتوری (۱۶) گزارش کردند که تکامل و افزایش بافت ماهیچه‌های جوجه‌ها در عکس‌العمل به چندین واکنش اتفاق می‌افتد، که در این میان عامل هورمون‌های جنسی ازنظر آماری اثر معنی‌داری دارد. ازآنجاکه در جنس نر مقدار زیادی هورمون آندروژن، که مسئولیت آنابولیسم ماهیچه‌ها را بر عهده دارد ترشح می‌شود؛ نرها دارای نرخ رشد بالاتری می‌باشند که همین امر به توجیه بالاتر بودن وزن جنس نر جوجه‌ها نسبت به جنس ماده کمک می‌کند. اوسی آمپونسا و همکاران (۳۲) در بررسی اثر جنس و ژنوتیپ بر عملکرد جوجه‌های بومی، در همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وزن جوجه‌های نر را بالاتر از جوجه‌های ماده گزارش کردند. یوسفی زنوز و همکاران (۴۶) در نتایج تحقیقات خود روی جوجه‌های بومی اصفهان، اثر جنس بر وزن جوجه‌های بومی را معنی‌دار توصیف کردند که همگی با نتایج حاصل از تحقیق حاضر و تحقیقات سایر محققین همسو می‌باشند (۷، ۱۳).

جدول ٤- میانگین حداقل مربعات[۱] (± اشتباه معیار) وزن زنده بدن (گرم) در هفته‌های مختلف دوره پرورش (۸۸ قطعه ماده، ۱۱۲ قطعه نر)[۱]

Table 4- LSMEANS[1] (±SE) of body weight (g) of native chickens at different ages (88 females, 112 males)[1]

سن Age	جنس Sex	
	ماده Female	نر Male
۱ روزگی 1 Day	42^{b}±0.47	42.3^{b}±0.47
هفته ۱ Week1	64^{b}±0.87	65.7^{b}±0.85
هفته ۲ Week2	96.2^{b}±1.63	101.7^{a}±1.60
هفته ۳ Week3	147.6^{b}±3.02	160.1^{a}±2.96
هفته ۴ Week4	225.1^{b}±4.75	247.1^{a}±4.66
هفته ۵ Week5	317^{b}±6.72	374.9^{a}±6.59
هفته ۶ Week6	447.6^{b}±8.87	527.9^{a}±8.70
هفته ۷ Week7	535.8^{b} ±10.22	651.1^{a}±10.03
هفته ۸ Week8	656^{b}±11.07	814.4^{a}±10.87
هفته ۹ Week9	762.9^{b}±13.94	933.6^{a}±13.69
هفته ۱۰ Week10	887.2^{b}±15.33	1127.7^{a} ±15.04
هفته ۱۱ Week11	933.5^{b}±16.9	1287.07^{a}±16.5
هفته ۱۲ Week12	1059.9^{b}±17.88	1393.7^{a}±17.55

[۱] در هر ردیف بین میانگین‌های با حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵).

[1]Means within same row with different superscripts differ significantly at (P<0.05).

خصوصیات ابعاد بدن و اثر جنس بر آن‌ها

مقایسه میانگین اندازه‌های بدن در جدول ۵ آورده شده است. با توجه به نتایج حاصله مشخص شد که در هفته‌های ۳، ۶، ۹ و ۱۲ مقدار عرض سینه در نرها در تمامی هفته‌ها ازنظر عددی بیشتر از ماده‌ها ولی این تفاوت فقط در هفته‌های ۶ و ۹ معنی‌دار شد (P<۰/۰۵). طول سینه در هفته‌های ۶، ۹ و ۱۲ در جنس نر با اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) بالاتر بود. طول و قطر ران در تمام هفته‌ها در جنس نر بالاتر، ولی این اختلاف فقط در هفته‌های ۶، ۹ و ۱۲ معنی‌دار شد (P<۰/۰۵). طول ساق و قطر ساق در همه هفته‌ها در جنس نر بیشتر از جنس ماده مشاهده شد و همگی این تفاوت‌ها معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج جدول ۶، اثر جنس بر وزن لاشه و وزن قسمت‌های مختلف لاشه معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و وزن لاشه، وزن قطعات لاشه و چربی حفره شکم جنس نر نسبت به جنس ماده راندمان بالاتری نشان داد. درصد ران‌ها، بال‌ها و سینه بین لاشه دو جنس دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). درصد سینه و بال‌ها در جوجه‌های ماده بالاتر از جوجه‌های نر و درصد ران مربوط به جوجه‌های نر بالاتر از جوجه‌های ماده به دست آمد.

همسو با نتایج فوق، فایه و همکاران (۱۲) در بررسی اندازه‌های بدنی و همبستگی بین آن‌ها با وزن بدن در دو اکوتیپ جوجه‌های بومی، طول سینه در ماده‌های هر دو نژاد برابر (۷/۹۴ در مقابل ۷/۷۵ سانتی‌متر) ولی در نرها تفاوت زیادی وجود داشت (۸/۳۸ در مقابل ۱۰/۶۹ سانتیمتر).

جدول ۵- مقایسه میانگین حداقل مربعات[۱] (± اشتباه معیار) اندازه‌های بدن (میلی‌متر) در هفته‌های مختلف دوره پرورش (۸۸ قطعه ماده، ۱۱۲ قطعه نر)[۱]

Table 5- LSMEANS[1] (±SE) of morphometric traits (mm) at different ages (88 females, 112 males)[1]

سن به هفته **Age (week)**	جنس **Sex**	عرض سینه **Breast width**	طول سینه **Breast length**	قطر ران **Thigh diameter**	طول ران **Thigh length**	طول ساق **Shank length**	قطر ساق **Shank diameter**
هفته ۳ Week3	ماده Female	$27.6^{b}\pm0.35$	$37.2^{b}\pm0.75$	$11.6^{b}\pm0.25$	$56.5^{b}\pm0.66$	$42^{b}\pm0.36$	$5.5^{b}\pm0.09$
	نر Male	$28.0^{b}\pm0.35$	$37.7^{b}\pm0.73$	$12^{b}\pm0.24$	$57.2^{b}\pm0.64$	$43^{a}\pm0.35$	$5.9^{a}\pm0.09$
هفته ۶ Week6	ماده Female	$42.1^{b}\pm0.40$	$67.1^{b}\pm0.35$	$25^{b}\pm0.32$	$89.7^{b}\pm$۰.71	$70.6^{b}\pm0.62$	$10.5^{b}\pm0.06$
	نر Male	$43.4^{a}\pm0.4$	$69.2^{a}\pm0.34$	$26.5^{a}\pm0.32$	$94.5^{a}\pm0.70$	$74^{a}\pm0.61$	$10.8^{a}\pm0.06$
هفته ۹ Week9	ماده Female	$48.2^{b}\pm0.16$	$81.4^{b}\pm0.48$	$31.3^{b}\pm0.17$	$106.3^{b}\pm0.81$	$84.7^{b}\pm0.55$	$12.8^{b}\pm0.06$
	نر Male	$49.4^{a}\pm0.15$	$87.9^{a}\pm0.42$	$33.2^{a}\pm0.17$	$115.4^{a}\pm0.8$	$92.1^{a}\pm0.54$	$13.6^{a}\pm0.06$
هفته ۱۲ Week12	ماده Female	$58.3^{b}\pm4.8$	$94^{b}\pm0.7$	$46.4^{b}\pm0.45$	$130^{b}\pm0.5$	$101.8^{b}\pm0.7$	$14.3^{b}\pm0.1$
	نر Male	$66.1^{b}\pm4.7$	$101.3^{a}\pm0.69$	$51.5^{a}\pm0.44$	$142.3^{a}\pm0.83$	$112.3^{a}\pm0.7$	$15.6^{a}\pm0.1$

[۱] در هر ستون و برای هر جنس بین میانگین‌های با حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵).

[1]Means within same column for each sex with different superscripts differ significantly at (P<0.05).

طول بال و طول ساق پا در نرهای هر دو گروه بیشتر از ماده‌ها مشاهده شد. هاونستین (۱۷) نیز با مطالعه خصوصیات بدنی یک گله بوقلمون دارای آمیزش تصادفی، تفاوت معنی‌داری را برای عرض ساق بین دو جنس نر و ماده گزارش نمودند (P<۰/۰۵) و آبفاناپ و کوزین (۱) در بررسی خصوصیت بدنی دو نژاد بوقلمون گزارش کردند تفاوت قابل‌توجهی ازنظر عرض سینه بین دو جنس وجود ندارد. کواتالا و همکاران (۱۸) اثر جنس بر روی خصوصیات لاشه جوجه‌های بومی تیسووانا را معنی‌دار توصیف کرده (P<۰/۰۵) و بیان کردند جوجه‌های نر دارای وزن زنده، وزن لاشه، درصد لاشه و وزن قطعات لاشه بالاتری نسبت به جوجه‌های ماده در همان سن بودند. کروسی و همکاران (۲۰) در بررسی دو نژاد از جوجه‌های بومی در جوجه‌های ماده درصد سینه را بالاتر و درصد ران را پایین‌تر از جوجه‌های نر گزارش کردند. سرتن و همکاران (۴۴) اثر جنس بر وزن بدن جوجه‌های بومی را معنی‌دار توصیف کردند (P<۰/۰۵). در جوجه‌های نر وزن زنده، وزن لاشه، درصد ران بالاتر از جوجه‌های ماده و در جوجه‌های ماده درصد سینه، درصد بال و چربی محوطه بطنی بالاتر از جوجه‌های نر به دست آمد. دلکاستیلو و همکاران (۸)، در جوجه‌های نر خصوصیات لاشه، درصد لاشه و درصد ران را بالاتر و درصد سینه را پایین‌تر از جوجه‌های ماده مشاهده کردند که همگی این نتایج همسو با نتایج تحقیق حاضر و سایر محققین می‌باشند (۱۰، ۳۸).

توابع توصیف‌کننده منحنی رشد

نتایج حاصل از برازش کلی داده‌های وزن هر دو جنس (پس از تصحیح برای اثر جنس) و همچنین هر جنس به‌صورت جداگانه، به‌وسیله توابع غیرخطی ریچارد، لجستیک و گمپرتز و نکویی برازش هریک از مدل‌ها در جدول ۷ آورده شده است. معیار ضریب تبیین تصحیح شده (R^2_{adj}) برای هر سه مدل عدد ۰/۹۶ به دست آمد که بر اساس آن برای هر سه مدل رتبه یکسان در نظر گرفته شد ولی تفاوت رتبه توابع با استفاده از معیار مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) که تفاوت بین تولید واقعی و تولید برآورد شده بر اساس مدل برازش شده را نشان می‌دهد، در مقایسه با معیار R^2_{adj} قابل‌ملاحظه‌تر بود. با استفاده از معیار مجذور میانگین مربعات، توابع مناسب برای توصیف منحنی رشد به ترتیب ریچارد (۸۱/۴۸)، گمپرتز (۸۱/۵۳) و لجستیک (۸۲/۶۶) بودند. لازم به توضیح است که میانگین مربعات خطا تحت تأثیر تعداد پارامترهای قابل برازش قرار دارد، بنابراین کمتر بودن میانگین مربعات خطای تابع ریچارد به تعداد بیشتر پارامترهای آن در مقایسه با دیگر توابع برازش شده برمی‌گردد درنتیجه معیار آکائیک برای هر یک از مدل‌ها بررسی شد که نتایج نکویی برازش معیار آکائیک تقریباً مشابه نتایج مجذور میانگین مربعات خطا به دست آمد، بطوریکه بر اساس آن مدل ریچارد کمترین مقدار و مدل لجستیک بیشترین مقدار و درنتیجه مدل‌های برتر بر اساس معیار آکائیک به ترتیب مدل ریچارد، گمپرتز و لجستیک بودند. نکویی برازش هریک از مدل‌ها برای داده‌های مربوط به جنس ماده و نر نیز بر اساس جدول ۷ تقریباً مشابه همین نتایج به دست آمد.

جدول ٦- مقایسه میانگین حداقل مربعات[۱] (± اشتباه معیار) وزن پارامترهای مختلف لاشه جوجه‌های بومی اصفهان (۸۸ قطعه ماده، ۱۱۲ قطعه نر)[۱]

Table 6- LSMEANS[1] (±SE) of carcass characteristics of Isfahan native chickens (88 females, 112 males)[1]

پارامتر Parameter	جنس sex ماده Female	نر Male
وزن لاشه (گرم) Carcass weight(g)	709.81[b]±12.70	929.61[a]±12.54
راندمان لاشه (درصد) (٪)Carcass efficiency	66.99[b]±0.56	66.67[b]±0.55
سینه (درصد) (٪) Breast	23.09[a]±0.22	22.56[b]±0.22
ران (درصد) (٪) Thigh	29.42[b]±0.17	30.37[a]±0.16
بال (درصد) (٪) Wing	13.97[a]±0.12	13.39[b]±0.12
گردن و پشت (درصد) (٪) Back and neck	32.66[b]±0.17	32.74[b]±0.17
چربی محوطه بطنی (گرم) Abdominal fat (g)	21.36[b]±1.8	27.73[a]±1.7

[۱] در هر ردیف بین میانگین‌های با حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵).

[1]Means within same row with different superscripts differ significantly at (P<0.05).

جدول ۷- پارامترهای پیش‌بینی‌شده و کیفیت برازش در توابع رشد

Table 7- Estimates of model parameters and goodness of fit statistics of each model

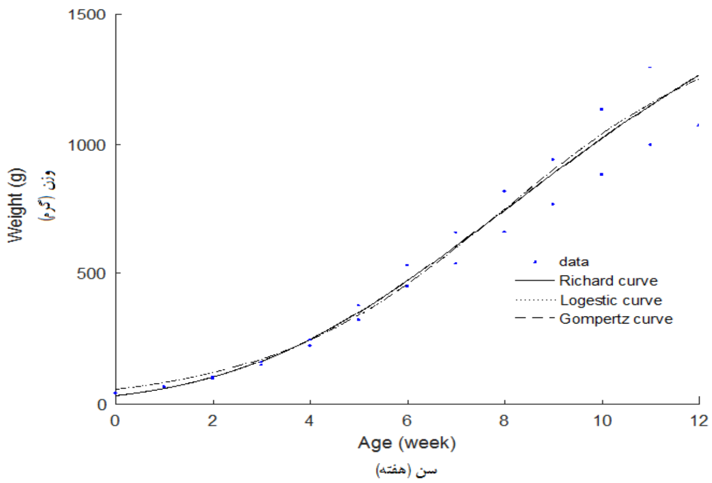
تابع Function	جنس Sex	پارامترهای مدل[۱] Model Parameters[1] a	b	c	d	R^2_{adj}	RMSE	AIC	LOGL
ریچارد Richard	هر دو جنس Both sexes	1906	0.892	0.216	0.156	0.96	81.48	30267	30257
	ماده Female	1525	0.535	0.218	0.108	0.95	79.93	13277	13267
	نر Male	1994	0.836	0.261	0.334	0.96	93.55	17354	17344
لجستیک Logistic	هر دو جنس Both sexes	1485	26.47	0.411	-	0.96	82.66	32064	32056
	ماده Female	1218	22.42	0.416	-	0.94	81.09	13951	13943
	نر Male	1669	30.46	0.421	-	0.96	94.22	18698	18690
گمپرتز Gompertz	هر دو جنس Both sexes	2101	4.366	0.179	-	0.96	81.53	30268	30260
	ماده Female	1614	4.122	0.193	-	0.95	79.92	13660	13652
	نر Male	2418	4.592	0.179	-	0.96	93.80	17361	17353

[1] a وزن مجانبی نهایی، c نرخ رشد (نرخ بلوغ)، b ثابت انتگرال‌گیری، d پارامتر شکل منحنی مرتبط با نقطه عطف در تابع ریچارد، R^2_{adj} ضریب تبیین تصحیح‌شده، RMSE مجذور میانگین مربعات خطا، AIC معیار اطلاعاتی آکائیک و LOGL شاخص درستنمایی

[1]a=Asymptotic body weight (g); c=Expotential growth rate; b=Integration constant; d=Function specific parameters; R^2_{adj}=Adjusted coefficient of determination; RMSE=Root mean squar error; AIC=Akaikes information criterion; LOGL=Logarithm likelihood.

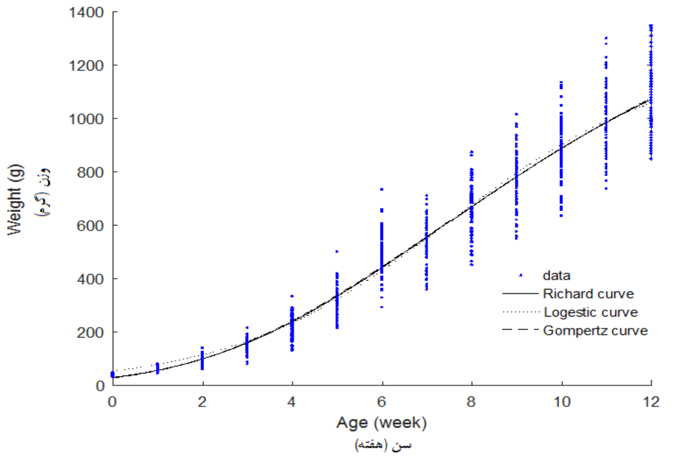
نتایج فوق نشان داد که تابع رشد انعطاف‌پذیر ریچارد نسبت به توابع دارای نقطه عطف ثابت (گمپرتز و لجستیک) برازش بهتری بر داده‌ها ارائه می‌دهد. محرری و میرزایی (۲۷) در نتایج حاصل از برازش توابع مختلف بر روی داده‌های رشد جوجه‌های سویه بومی و تجاری بیان کردند توابع رشد منعطف (ریچارد) توصیف بهتری نسبت به توابع دارای نقطه عطف ثابت ارائه می‌دهند. اگرچه رفتار هر مدل با توجه به نوع پارامتری که در نظر گرفته می‌شود، نوع پرنده موردمطالعه (تجاری و یا بومی)، جنس پرنده (نر، ماده و یا مخلوط)، نوع تیمار اعمال‌شده و شرایط پرورشی ممکن است تفاوت‌هایی باهم داشته باشند، به نظر می‌رسد انتخاب نوع مدل توسط محققین می‌تواند با توجه اهدافی که مدنظر هستند انجام شود. در این تحقیق اگرچه هر سه مدل ازنظر هر یک از شاخص‌های نکویی برازش و یا صحت مزیتی نسبت به دیگری داشتند اما به نظر می‌رسد که تابع رشد ریچارد برازش بهتری از داده‌ها ارائه داده است. در گزارش‌های سایر محققین کشور که بر روی سویه‌های تجاری و با اعمال برخی تیمارهای تغذیه‌ای مطالعاتی انجام داده‌اند تابع ریچارد بعد از گمپرتز قرارگرفته است (۲۳). درصورتی‌که برخی از محققین همانند خنیزاتوا و همکاران (۱۹)، سزر و ترهان (۴۱) و رضوان نژاد و همکاران (۳۳) بیان کرده‌اند که تابع رشد ریچارد بهتر از سایر مدل‌ها توانسته با موفقیت داده‌های رشد مشاهده‌شده در طیور را برازش نماید.

یکی از موارد استفاده از مدل‌های غیرخطی دست یافتن به مدلی است که منحنی تولید را به‌خوبی توصیف نموده و قابلیت پیش‌بینی کنندگی مناسبی برای تولیدات آتی را با استفاده از تولید فعلی داشته باشد. شکل منحنی‌های رشد حاصل از برازش مدل‌ها در ادامه ارائه‌شده است. هر چه سن رسیدن به نقطه عطف منحنی رشد بیشتر باشد جوجه‌ها دیرتر به بلوغ جسمی (a) رسیده و درنتیجه در این سن دارای وزن بیشتری می‌باشند. با افزایش سن پرنده، سرعت رشد افزایش می‌یابد ولی این افزایش محدود بوده و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود، به‌تدریج سرعت رشد کاهش‌یافته، موجب می‌شود منحنی رشد تغییر یابد. به نقطه‌ای که در آن حداکثر رشد حاصل می‌شود سن در نقطه عطف می‌گویند (۲۱). درواقع می‌توان گفت که نقطه عطف منحنی رشد را به دو دوره افزایش سرعت رشد و دوره کاهش سرعت رشد تقسیم می‌کند. سن رسیدن به نقطه عطف منحنی رشد در جنس ماده حدود ۱ هفته زودتر از نرها مشاهده‌شده (بین ۷ تا ۸ هفتگی برای ماده‌ها و ۸ تا ۹ هفتگی برای نرها) که در این نقطه جوجه‌های نر دارای وزن بیشتری نیز می‌باشند (ماده‌ها ۶۰۰ تا ۸۰۰ گرم و نرها ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ گرم). بنابراین تفاوت رشد دو جنس حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم در هفته بوده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود اوج منحنی‌های رشد (وزن بلوغ جسمی) در جوجه‌های ماده نسبت به جوجه‌های نر کمتر است. جوجه‌های نر دیرتر و با وزن بیشتری وارد فاز خطی رشد شده‌اند، به عبارتی جنس نر جوجه‌ها فرصت بیشتری برای افزایش وزن داشته درنتیجه در انتها دارای اوج منحنی بیشتر نسبت به جوجه‌های ماده می‌باشند.



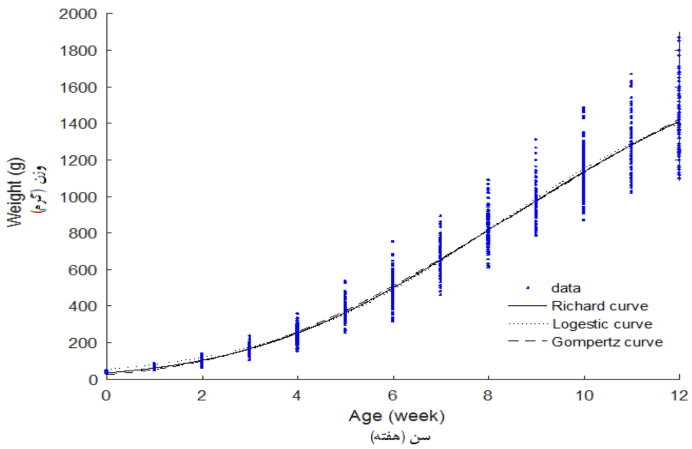
شکل ۱- منحنی‌های برازش شده توسط مدل‌های ریچارد، لجستیک و گمپرتز (دو جنس مخلوط)

Figure 1- Fitted curves for different growth models (both sexes)



شکل ۲- منحنی‌های برازش شده توسط مدل‌های ریچارد، لجستیک و گمپرتز (جنس ماده)

Figure 2- Fitted curves for different growth models (females only)



شکل ۳- منحنی‌های برازش شده توسط مدل‌های ریچارد، لجستیک و گمپرتز (جنس نر)

Figure 3- Fitted curves for different growth models (males only)

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان اظهار داشت که جنس نر جوجه‌های بومی دارای پتانسیل بالاتری برای عمل انتخاب و اصلاح نژاد در جهت بهبود سرعت رشد و کیفیت لاشه‌اند، همچنین در پرورش جوجه‌های بومی به‌منظور تولید فراورده‌های گوشتی نیمه ارگانیک در شرایط یکسان جنس نر عملکرد مناسب‌تری در یک زمان مشخص نشان می‌دهد و باعث افزایش بهره‌وری خواهد شد. بر اساس نتایج حاصله، تابع ریچارد توصیف مناسبی از ارتباط وزن بدن و سن در جوجه‌های بومی ارائه می‌کند و از این مدل می‌توان در تعیین سیستم تغذیه مناسب و مشکلات مدیریتی در پرورش جوجه‌های بومی نیز کمک گرفت.

منابع

1- Abphanap, H., and I. L. Kosin. 1952. Heritability of body measurements in turkeys. Poultry Science, 31:781-791.

2- Aggrey, S. E. 2009. Logistic nonlinear mixed effects model for estimating growth parameters. Poultry Science, 88: 276-280.

3- Aggrey, S. E., G. A. Ankra-badu, and H. L. Marks. 2003. Effect of long-term divergent selection on growth characteristics in Japanese quail. Poultry Science, 82: 538-542.

4- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, 19

(6): 716-723.
5- Anthony, N. B., D. A. Emmerson, K. E. Nestor, and Bacon W.L. 1991. Comparison of growth curves of weight selected populations of turkey, quail and chickens. Poultry Science, 70: 13-19.
6- Blyth, J. S. S. 1953. Shank length: segregation in unselected character in inbred lines of fowls. Heredity, 7: 433-434.
7- Dana, N., E. Vander Waaij, and J. Van Arendonk. 2011. Genetic and phenotypic parameter estimates for body weight and egg production in Horro chicken of Ethiopia. Tropical Animal Health and Production, 43: 21-28.
8- Del Castilho, C. C., T. T. Santos, C. A. F Rodrigues and Torres Filho R.A. 2013. Effect of sex and genotype on performance and yield characteristics of free rang broiler chickens. Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science, 65(5): 1483-1490.
9- Dou, T. C., S. R. Shi, H. J. Sun, and K. H. Wang. 2009. Growth rate, carcass traits and meat quality of slow-growing chicken according to three raising systems. Animal Science Papers and Reports, 27 (4):361-369.
10- Fanatico, A. C., P. B. Pillai, L. C. Cavitt, C. M. Owens, and J. L. Emmaert. 2005. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: meat quality. Poultry Science, 84: 1785-1790.
11- FAO. 2007. The state of the World′s Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO Rome. Italy.
12- Fayeye, T. R., J. K. Hagan, and A. R. Obadare. 2013. Morphometric traits and correlation between body weight and body size traits in Isa brown and Ilorin ecotype chickens. Iranian Journal of Applied Animal Science, 4 (3): 609-614.
13- Fosta, J. C., X. Rgnon, M. Tixier-Boichard, G. Coquerelle, D. Pone Kamdem, J. D. Ngou Ngoupayou, Y. Manjeli, and A. Bordas. 2010. Phenotypic characterization of local chicken population was under taken in the humid forest zone. Animal Genetic Resources Information, 46: 49-59.
14- Glazener, E. W, and M. A. Jull. 1946. Feed utilization in growing chickens in relation to shank length. Poultry Science, 24: 355-364.
15- Gompertz, B. 1825. On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new method of determining the value of life contingencies. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 115:513-585.
16- Gonzales, E., J. R. Sartori. 2002. Crescimento e metabolism muscular. Pages 279-297 In: Fisiologia Aviaria Aplicada a Frangos de Corte. Macari M., R. L. Furlan, E. Gonzales, eds. Jaboticabal: FUNEP/UNESP.
17- Havenstein, G. B., V. D. Toelle, K. E. Nestor, and W. L. Bacon. 1988. Estimates of genetic parameters in turkeys. II. Body weight and carcass characteristics. Poultry Science, 67: 1388-1399.
18- Kgwatalala, P. M., A. M. Bolowe, K. Thutwa, and J. S. Nsoso. 2013. Carcass traits of the naked-neck, dwarf and normal stains of indigenous Tswana chickens under an intensive management system. Journal of Agriculture and Biology of North, 4(4): 413-418.
19- Knizetova, H., J. Hyanek, B. Knize, and J. Roubicek. 1991. Analysis of growth curves of fowl. I. Chickens. Brazilian Journal of Poultry Science, 32: 1027-1038.
20- Korosi Molnar, A., I. Barta, I. Szalay, B. Podmaniczky, K. Kustos, D. Gerendai, Z. S. Farkas, I. Horvath, and L. Lennert. 2000. Effect of feeding and type of management on the performance and carcass characteristics of Hungarian chicken breeds developed for alternative management. Poultry Science, 67:1708-1716.
21- Marcato, S. M., N. K. Sakomura, D. P. Munari, J. B. K. Fernandes, I. Kawauchi, and M. A. Bonato. 2008. Growth and body nutrient deposition of two broiler commercial genetic lines. Revista Brasileria de ciencia Avicola, 10: 117-123.
22- Masoudi, A., A. Azarfar, and H. Khosravinia. 2016. Comparison of non-linear, spline regression and neural networks models to predict the growth curves of broiler chickens fed different levels of rice hull. Journal of Animal Production, 18(4):877-888. (In Persian).
23- Mirdrikvandi, M., A. Masoudi, A. Azarfar, and A. Kiani. 2015. Comparison of Gompertz and artificial neutral network models of broiler growth received Artichoke extract in their drinking water. Iranian Journal of Animal Science, 46 (1): 9-16. (In Persian).
24- Moazeni, S., M. R. Mohammadabadi, M. Sadeghi, H. Shahrbabak, A. Koshkoieh, F. Bordbar. 2016a. Association between UCP Gene Polymorphisms and Growth, Breeding Value of Growth and Reproductive Traits in Mazandaran Indigenous Chicken. Open Journal of Animal Sciences, 6 (1):1-8.
25- Moazeni, S. M., M. R. Mohammadabadi, M. Sadeghi, H. Moradi Shahrbabak, A. K. Esmailizadeh. 2016b. Association of the melanocortin-3 (MC3R) receptor gene with growth and reproductive traits in Mazandaran indigenous chicken. Journal of Livestock Science and Technologies, 4 (2):51-56.
26- Mohammadabadi, M. R., M. Nikbakhti, H. R. Mirzaee, A. A. Shandi, D. A. Saghi, M. N. Romanov, I. G. Moiseyeva. 2010. Genetic variability in three native Iranian chicken populations of the Khorasan province based on microsatellite markers. Russian Journal of Genetics, 46 (4):505-509.
27- Moharrery, A, and M. Mirzaei. 2014. Growth characteristics of commercial broiler and native chickens as predicted by different growth functions. Journal of Animal and Feed Science, 22:82-89.
28- Molenaar, R., I. A. M., Reijrink, R. Meijerhof, and H. Van den Brand. 2007. Relationship between chick length

and chick weight at hatch and slaughter weight and breast meat yield in broilers. Page 40 in Biology of Breeding Poultry, Edinburgh, Scotland. UK.
29- Moujahed, A., and Haddad, B. 2013. Performance, livability, carcass yield and meat quality of Tunisian local poultry and fast-growing genotype (Arbor Acres) fed standard diet and raised outdoor access. Journal of Animal Production Advances 3(3):75-85.
30- Nahashon, S. N., S. E. Aggrey, N. A. Adefope, and A. Amenyenu. 2006. Modeling growth characteristics of meat-type guinea fowl. Poultry Science, 85:943-946.
31- Nikkhah, M., M. Motaghitalab, and M. Zavare. 2008. Comparison of hyperbolastic models with classic models for describing broiler chicken growth curves. Iranian Animal Science Journal, 40 (4): 71-78. (In Persian).
32- Osei-Amponsah, R., B. B. Kayang, and A. Naazie. 2011. Age, genotype and sex effects on growth performance of local chickens kept under improved management in Ghana. Tropical Animal Health and Production, 44:29-34.
33- Rezvannejad, E., A. Pakdel, S.R. Miraee Ashtianee, H. Mehrabani Yeganeh, M.M. Yaghoobi. 2011. Estimation of the heterosis effect and comparison of growth curves for body weight trait in crosses between two selected lines in Japanese quail. Iranian Journal of Animal Science Research, 3 (2):131-137. (In Persian).
34- Richard, F. J. 1959. A flexible growth function for empirical use. Journal of Experimental Botany, 10: 290-300.
35- Robertson, T. B. 1908. On the normal rate of growth of an individual and its biochemical significance. Archives of Development Genes and Evolution, 25:581-614.
36- Rogers, S. R., G. M. Pesti, and H. L. Marks. 1987. Comparison of three nonlinear regression models for describing broiler growth curves. Growth, 51:229-239.
37- Romanov, M. N., S. Wezyk, K. Cywa-Benko, and N. I. Sakhatsky. 1996. Poultry genetic resources in the countries of eastern Europe history and current state. Poultry Avian Biology Revers, 7: 1-29.
38- Santos, A. L., N. K. Sakomura, and E. R. Freitas. 2005. Comparison of free rang broiler chicken strains raised in confined or semi confined systems. Brazilian Journal of Poultry Science, 7: 85-92.
39- SAS. 2009. SAS/STAT users guide for personal computer. Released, 66.18. SAS Institute, INC. Cary N.C. USA.
40- Sengul, T., and S. kiraz. 2005. Non-linear model parameters of growth curves in large white turkeys. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 29: 331-337.
41- Sezer, M. and S. Tarhan. 2005. Model parameters of growth curves of three meat-type of lines of Japanese quail. Czech Journal of Animal Science, 50: 22-30.
42- Shahdadnejad, N., M. R. Mohammadabadi, M. Shamsadini. 2016. Typing of clostridium perfringens isolated from broiler chickens using multiplex PCR. Genetics in the 3rd millennium 14 (4).4368-4374.
43- Shariatmadari, F. 2000. Poultry production and the industry in Iran. Journal of World′s Poultry Science, 56: 55-65.
44- Sreten, M., B. B. Snezana, S. Goran, D. Vladan, D. Vladimir, and R. Simeon. 2011. Carcass characteristics of two strains of native broilers (White Naked Neck and Block Svrljig) fattened under a semi- intensive system. African Journal of Biotechnology, 10 (70):15813-15818.
45- Yang, Y., D. M. Mekkil, S. J. Lv., L. Y. Wang, J. H. Yu, and J. Y. Wang. 2006. Analysis of fitting growth models in Jinghai mixed-sex Yellow chicken. Asian Poultry Science, 6: 517-521.
46- Yousefi Zonuz, A., S. Alijani, H. Mohammadi, A. Rafat, and H. Daghigh Kia. 2013. Estimation of genetic parameters for productive and reproductive traits in Esfahan native chickens. Journal of Livestock Science and Technologies, 1 (2):34-38.
47- Zandi, E., M. R. Mohammadabadi, M. Ezzatkhah and A. K. Esmailizadeh. 2014. Typing of Toxigenic Isolates of Clostridium Perfringens by Multiplex PCR in Ostrich. Iranian Journal of Applied Animal Science, 4: 509-514.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 1, Spring 2019, p. 97-110

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۱۱۰-۹۷

Studying Growth Pattern and Body Weight Gain of Isfahan Native Chickens

S. Abaszadeh[1]- N. Pirany[2]*- B. Ahmadipour[3]

Received: 11-10-2017
Accepted: 28-2-2018

Introduction Native chickens are playing an important role in rural economy in most of the developing and underdeveloped countries. One of the sources that provides protein in developing countries, is native chicken. So, they should be taken in to consideration in poultry improvement programs. Mathematical functions called 'growth functions' have been used to relate body weight to age or cumulative feed intake. Growth models summarize information needed to understand the biological phenomenon of growth; an important component in livestock production systems. They are used to determine the age-live weight relationship of animals and each its own characteristics and mathematical limitation.

Little is known about the productive performance of native chickens, so the objective of the present study was to characterize growth performance and growth curve of Isfahan native chickens under a confined system.

Materials and Methods The chickens of this study included 230 of Isfahan native chickens which were reared for 12 weeks. The birds were raised under the same condition in the rearing period. Feed and water were provided ad libitum. Temperature and air humidity in the hall were measured and controlled automatically day and night. The average temperature was 25˚C (max 32˚, min 18˚) and air humidity was 60-65%. During raising period, chickens were vaccinated and dewormed following the sanitary program of the region. The lighting program consisted of 24 h from 1 day to 12 weeks of age. At 1-day of age, each chick was weighed and marked with color plastic tags attached on the on the right leg. The chickens were individually weighed weekly until the end of the experiment. Some morphometric traits were measured at weeks 3, 6, 9 and 12. Morphometric traits were included breast width, breast length, thigh diameter, thigh length, shank diameter and shank length. Those measurements were done on day 84 with the help of a field assistant, so the birds each time were held in comfortable position and measurements taken in particular order for above mentioned times for accuracy. The chickens were slaughtered and after determining their sex, divided into economics parts. The carcass traits evaluated included live-weight at 12 weeks of age, carcass weight, carcass yield, and primal cuts (breast, thighs, wings and back and neck) weight. Flexible growth and fixed point of inflection functions were evaluated for their ability to describe the relationship between live-weight and age. For Three non-linear growth functions (Gompertz, Logestic and Richard), were used for this purpose. The accuracy of the used functions was determined by determination coefficient (R^2), root mean square error (RMSE) and Akaike's information criterion (AIC). Statistical analysis of data collected in this study was performed using the SAS statistical program v9.1.

Results and Discussion Based on goodness of fit criteria and statistical analysis, the flexible growth functions fit the data better than the functions with a fixed point of inflection. Richard's function gave the best fit to the data with r^2_{adj}= 0.96 for both sexes. The results indicated that male broilers had a higher final body weight than the female broilers. Sex had significant influence on live weight from the second week until the last week and no significant influence on live weight of first week. Chicken sex had significant influence on carcass and abdominal fat weight, yields of thighs, breast and wings and no significant influence on carcass yield. Male chickens were found to have higher live body weight, carcass weight, yields of thighs, whereas yields of breast and wings were higher in female chickens. Breast width of males in every week numerically was higher than females, but this difference was statistically significant at weeks of 6 and 9. Length of the breast at weeks 6, 9 and 12 was significantly higher than females. Thigh diameter of males numerically was higher than females but this difference was statistically significant at weeks 6, 9 and 12 only. Length and diameter of the shank in males was significantly higher than females in each week.

Conclusion The male chickens had superior growth performance and higher potential for selection and breeding. Comparison of tree growth functions in terms of goodness of fit criteria revealed that the Richard's function was the most appropriate function for describing the age-related changes in body weight of native chickens. Special attention should be paid to characterization of the growth pattern of birds under different

1,2,3- PhD student of Poultry Nutrition, Associate Prof. and Assistant Prof., Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran.
(*-Corresponding Author Email: napirany@yahoo.com)

environmental conditions. The development of growth curves for native chickens may be useful in selecting chickens that have rapid growth at early ages.

Keywords: Body weight, Carcass characteristics, Growth function, Native chickens.